

MODELO INTEGRAL PARA LA ACTUALIZACION CATASTRAL

Experiencias del PROMAS-Universidad de Cuenca

Lucia Lupercio, MsC
Departamento de Ciencias de la
Computación.
PROMAS
Universidad de Cuenca
4051000 ext. 4150
lucia.lupercio@ucuenca.edu.ec

Eduardo Tacuri Espinoza, MsC
Facultad de Ciencias Agropecuarias
PROMAS
Universidad de Cuenca
405 1000 ext. 4144
eduardo.tacuri@ucuenca.edu.ec

RESUMEN

Considerando el catastro como un inventario detallado de los bienes inmuebles de un país, con descripción de sus características físicas, jurídicas y económicas; este puede ser empleado en la mayor parte de las actuaciones que afecten al territorio que registra. (OEA,2014). Así, la información catastral toma importancia dentro de la planificación y ordenamiento territorial.

El -Programa para el Manejo del Agua y del Suelo- PROMAS, de la Universidad de Cuenca, es un centro de investigación y extensión que proporciona una plataforma e infraestructura para que los académicos e investigadores de los diferentes departamentos de investigación disciplinaria, ejecuten su quehacer tanto en proyectos de investigación como de extensión, conformado equipos interdisciplinarios para la solución de problemas científicos y de la sociedad en general. En este contexto, PROMAS, está trabajando en vinculación con la colectividad en la temática de actualización catastral, valoración de tierras y demás aspectos relacionados a la información catastral, tema de trascendental importancia en la actualidad para los -Gobiernos Autónomos Descentralizados- GADs, del país. Actualmente, PROMAS está ejecutando los estudios de uno de los proyectos emblemáticos del Ecuador, el -plan de aprovechamiento y control de agua de la provincia de Los Ríos- PACALORI, en el cual se contempla la evaluación de costos de indemnización a propietarios de las parcelas que serían afectadas por la construcción de 13 presas con sus respectivos embalses siendo uno de ellos el de Mangas Saibas. Esta presa, corresponde a un embalse de inundación de 3001.1 Ha., que favorecerá el riego en épocas de estiaje, almacenamiento de agua en épocas de invierno como control de inundaciones.

Para este proceso de levantamiento de información, valoración y gestión de la información catastral, PROMAS está trabajando en un modelo integral que va desde el deslinde predial, una metodología adaptada a la realidad para el avalúo catastral y finalmente la gestión de la información a través de un software desarrollado exclusivamente para este efecto; todo este modelo desarrollado para el proyecto

PACALORI, se ajusta a la bases legales y técnicas de la gestión de avalúos y catastros de los GADs, siendo posible sin mayor esfuerzo implementarlo para la gestión municipal.

En este documento, se sintetiza la experiencia del PROMAS en el levantamiento, avalúo y gestión de la información catastral de 1000 predios, en el marco del proyecto PACALORI; haciendo énfasis en el uso de tecnologías innovadoras y de última generación que redundan en ahorro de recursos, precisión, transparencia, calidad y confiabilidad de los resultados.

En el trabajo de deslinde predial se utilizó ortofoto a escala 1:1000, validando también la posibilidad de la obtención de fotografía aérea con una resolución similar con el uso de un -vehículo aéreo no tripulado- UAS (de las siglas en inglés) Stardust II, con el que actualmente cuenta el PROMAS. Finalmente, con el uso de tecnologías informáticas de punta se ha realizado el preprocesamiento, integración y desarrollo del software para la gestión de la de toda la información generada, este software incorpora componente geoespacial y a más de las tareas de mantenimiento de la información actualizada y cálculos automáticos de valoración, constituye una importante herramienta en la toma de decisiones.

INDICE

MODELO INTEGRAL PARA LA ACTUALIZACION CATASTRAL.....	1
1. ANTECEDENTES.....	4
2. MODELO INTEGRAL PARA LA ACTUALIZACION CATASTRAL.....	5
3. EXPERIENCIA DEL PROMAS EN LA EVALUACIÓN DE COSTOS DE INDEMNIZACIÓN EN EL PROYECTO PACALORI.	6
1.1. Acerca del Proyecto PACALORI.....	6
1.2. Metodología del modelo integral para actualización catastral	7
1.3. Metodología y uso de tecnologías para el deslinde predial	8
1.4. Metodología de valoración.....	10
1.4.1. Principios técnicos y legales	10
1.4.2. Modelo de Avalúo	13
1.4.3. Avalúo Catastral Individual	14
1.4.4. Expediente Catastral	14
1.5. Modelo de gestión y explotación de la geo información generada.	15
1.5.1. Tecnología utilizada.....	16
1.5.2. Metodología.....	18
1.5.3. Software de gestión catastral.....	18
4. APORTES Y CONCLUSIONES.....	19
5. BIBLIOGRAFIA.....	20

1. ANTECEDENTES

Dentro de la planificación y ordenamiento territorial, la información catastral toma gran importancia. Considerando el catastro como un inventario detallado de los bienes inmuebles de un país, con descripción de sus características físicas, jurídicas y económicas; este puede ser empleado en la mayor parte de las actuaciones que afecten al territorio que registra. (OEA,2014).

Los progresos tecnológicos hacen posible cada vez nuevos métodos de adquisición y gestión de la información; particularmente la información con componente espacial, como es la información catastral, ha evolucionado enormemente con el uso de los SIG (Sistemas de Información Geográfica), IDE (Infraestructura de Datos Espaciales) I.D.E., herramientas y sitios Web como Google Maps¹, Google Earth², OpenStreetMap³.

Por su parte, el Ecuador entre su estrategia territorial nacional contiene lineamientos sobre el ordenamiento físico del territorio y sus recursos naturales (PNBV 2007-2013); y en los últimos años, ha logrado importantes avances respecto a la adquisición y gestión de la información, ejemplo de ello es el - Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica- SIGTIERRAS; programa iniciado en el 2010 y cuyo objeto es establecer un sistema de administración de la tierra rural, que contribuya a la regularización de su tenencia y proporcione información para la planificación del desarrollo y ordenamiento territorial (SIGTIERRAS⁴, 2014). Sin embargo, de estos esfuerzos, debido a la dinámica propia de la información catastral: divisiones prediales, cambio de uso de suelo, de destino económico, cambios de dominio entre muchos otros, hace que se requiera constante actualización de esta información, en este sentido, el papel de las tecnologías de la información alcanza una importancia estratégica.

Al ser los -Gobiernos Autónomos Descentralizados- GADs, según el art. 264 de la constitución ecuatoriana, los encargados de la administración de catastros urbanos y rurales, cada gobierno local cuenta con sus propios métodos, modelos, formatos para la gestión de la información catastral; sumado a esto, las diferentes capacidades tecnológicas, de talento humano y de recursos en general.

Desde el -Programa para el Manejo del Agua y del Suelo- PROMAS, de la Universidad de Cuenca se intenta contribuir y aportar con herramientas tecnológicas adaptadas a cada realidad, para todo lo que implica el proceso de mantenimiento actualizado del catastro para la gestión integral de información de los GADs, esto es a) el deslinde

¹ <https://maps.google.com/>

² <https://earth.google.es/>

³ www.openstreetmap.org/

⁴ www.sigtierras.gob.ec/

predial, b) los modelos de valoración, c) la gestión integral y multifuncional de la información con base en el catastro.

PROMAS es un centro de investigación, de la Universidad de Cuenca, cuya misión es contribuir al manejo sostenible de los recursos agua y suelo, mediante la generación de conocimiento científico, la capacitación y la extensión; aplicando nuevas tecnologías y adaptando metodologías que permitan dar soluciones integrales, en equilibrio ambiental y con responsabilidad social. El programa, a lo largo de su trayectoria ha realizado importantes proyectos de investigación, extensión y docencia; constituyéndose en un centro de reconocido prestigio a nivel nacional e internacional.

En el contexto del trabajo interdisciplinario que realiza PROMAS, en torno a diferentes ejes temáticos; se ha consolidado el desarrollo de software personalizado y acorde a requerimientos específicos, con especialización en aplicaciones que involucren un componente geoespacial. Algunos de los productos desarrollados tienen como base el software para manejo de catastro, aplicado ya sea a la gestión municipal, a la gestión de las administradoras de riego; o, utilizado para valoración de costos para indemnización de tierra, edificaciones y construcciones. Por otra parte, para el trabajo de deslinde predial en PROMAS se cuenta con equipos adecuados como estación total, GPS diferenciales y Geodésicos que combinados con técnicas fotogramétricas como se provee soluciones para Mapeo de terreno 2D y 3D; en donde las imágenes obtenidas de UAS Stardust II (Unmanned Aerial System) poseen referencia IMU y GPS, permitiendo la generación de ortomosaicos y modelos digitales de elevación de alta calidad.

2. MODELO INTEGRAL PARA LA ACTUALIZACION CATASTRAL.

Desde los diferentes enfoques respecto al uso de la información catastral, como insumo básico para la planificación y ordenamiento territorial por parte de los GADs; o, como base para la valoración o evaluación de costos de la tierra y su infraestructura, en procesos de indemnización por ejecución de los megaproyectos que se llevan adelante en el Ecuador; el levantamiento o actualización catastral implica tres etapas claramente definidas: el deslinde predial, una metodología de valoración y la gestión de la geo-información generada. Cada una de estas etapas tiene su particularidad; sin embargo, es importante que sean visualizadas como parte de un todo.

En el PROMAS, al hacer referencia a un modelo integral se entiende como la interacción entre estas etapas o tareas de levantamiento de información y deslinde predial, avalúo catastral y gestión de la información.

En PROMAS, se ha trabajado desde estos dos enfoques de uso del catastro, para el GAD Santa Isabel se ha realizado la actualización del software para la gestión de la información catastral, esto involucra entre los principales, los módulos de:

- mantenimiento y actualización de la ficha catastral,

- valoración de la tierra y de las edificaciones,
- cálculos de impuesto predial,
- implementación de la ley del -Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización- COOTAD,
- emisión de títulos,
- sistema de recaudación,
- generación de reportes,
- integración de información alfanumérica con el Sistema de Información Geográfico.
-

Dentro del proyecto -Plan de Aprovechamiento y Control de Agua de la Provincia de los Ríos - PACALORI, ejecutado por PROMAS, se está realizando la evaluación de costos para la indemnización catastral de los predios afectados por las obras civiles que contempla dicho proyecto; sobre esta experiencia se describirá en el presente documento con énfasis en el uso de tecnologías innovadoras a lo largo de todo el proceso.

3. EXPERIENCIA DEL PROMAS EN LA EVALUACIÓN DE COSTOS DE INDEMNIZACIÓN EN EL PROYECTO PACALORI.

1.1. Acerca del Proyecto PACALORI

Con fecha 3 de agosto del 2012, la Universidad de Cuenca suscribió con la Subsecretaría de la Demarcación Hidrográfica del Guayas de la SENAGUA, un convenio para la elaboración de los estudios del plan de aprovechamiento y control del agua en la provincia de Los Ríos, PACALORI, para ser ejecutado a través del Programa de Manejo del Agua y el Suelo PROMAS.

El objetivo es analizar la viabilidad técnica, económica, social y ambiental, en las fases de prefactibilidad, factibilidad y diseño definitivo en los componentes de riego y control de agua. (TDRs PACALORI, 2012)

El alcance principal tiene relación con garantizar el suministro de agua para en la estación seca a través de almacenar el agua durante la temporada de lluvias, en grandes, medianos y pequeños embalses, que mitigarán las inundaciones en la proporción de los mismos, así como también para suministrar el agua para riego desde el río Calabí y el río Quevedo hacia los embalses, a fin de satisfacer la demanda de agua y mitigar los excesos en época de lluvia, en función de la capacidad de los embalses a ser construidos.

En cuanto a la ubicación, el proyecto se encuentra en el centro de la Provincia de Los Ríos, en la cuenca media del Río Guayas, delimitada por los ríos Calabí, mismo que hacia el sur del cantón Ventanas toma el nombre de Catarama, Quevedo y Macul. El área de aprovechamiento se compone de colinas y llanuras. En la zona nor-oeste es más alta principalmente colinas, en el sur-este, especialmente en el sur es muy plana.

En la actualidad, debido a: una insuficiencia de agua en la estación seca y las inundaciones durante la temporada de lluvias; a la tecnología agrícola y prácticas tradicionales de siembra; y, a un drenaje insuficiente, la zona regable está muy poco desarrollada, teniendo como consecuencia una tasa de productividad baja, pese a que la condición natural del clima es muy adecuada para el cultivo. El potencial del área de aprovechamiento es significativo si se dota de infraestructura para regar y para minimizar las inundaciones de la zona.

Para solventar lo planteado el presente proyecto considera la construcción de 13 presas con sus respectivos embalses siendo uno de ellos el de Mangas Saibas. Esta presa corresponde a un embalse de inundación de 3001.1 Ha., que favorecerá el riego en épocas de estiaje, almacenamiento de agua en épocas de invierno como control de inundaciones; para esto se tendrá que expropiar/indemnizar a los propietarios de los predios que se encuentren dentro del área de afección, siendo necesario un proceso de levantamiento de información y valoración.

En relación a lo último se hace imprescindible contar con el Plan de implementación de un modelo integral para actualización catastral para indemnización de tierras afectadas por la construcción de la presa Mangas Saibas en la Provincia de Los Ríos, en donde se enfoquen los aspectos metodológicos para la revisión, organización y actualización de información predial del área de afección, así como la estructuración de un sistema de información con componente espacial que contenga los datos actualizados del inventario rústico realizado en campo.

1.2. Metodología del modelo integral para actualización catastral

PROMAS para llevar a cabo la actualización catastral para indemnización de tierras afectadas por la construcción de la presa Mangas Saibas en la Provincia de Los Ríos, conformó un equipo técnico multidisciplinario que cuentan con una amplia experiencia sobre el tema, referidos a avalúos y catastros, levantamiento de información en el campo y desarrollo de software adaptado a requerimientos específicos.

Las tareas generalizadas llevadas a cabo por el equipo de PROMAS han sido:

1. Diseño del Sistema Técnico y del Modelo de Avalúo catastral
2. Promoción y Difusión del Levantamiento y Avalúo Predial,
3. Deslinde Predial
4. Ficha de Inventario Catastral Predial
5. Avalúo Catastral Individual
6. Diseño e implementación de Software de Avalúo y Gestión Catastral,
7. Control de Calidad y Edición del Informe y Expediente Global e Individual

Respecto a los procedimientos técnicos utilizados, el modelo desarrollado corresponde y se ciñe estrictamente a los principios diseño, levantamiento, cálculo y avalúo regularmente aplicados en la conformación del catastro rural municipal, por lo que, incluso, puede servir para integrar y ser la base para conformar el expediente catastral municipal, puesto que cumplen los requisitos exigidos para el efecto, e incluso pueden

ser utilizados e incorporados al sistema de catastro rústico, para los fines propios de cada Municipalidad.

Es indispensable considerar implicaciones en términos sociales, productivos y, sobre todo, económicos derivados de la ocupación de las parcelas afectadas, en calidad de indemnizaciones que se deberá reponer a sus legítimos propietarios. Por consiguiente, en el modelo integral, se trata de identificar las zonas de afección, los deslindes prediales, la población residente para establecer una indemnización justa y equitativa, a cambio de la ocupación definitiva de sus medios de sustento productivo, derivado del cambio de uso generado por el Proyecto PACALORI.

1.3. Metodología y uso de tecnologías para el deslinde predial

El deslinde predial obedece a las normas emitidas para levantamiento de información a nivel urbano y rural. Para esto, el Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales –SIGTIERRAS Ecuador, emite un instructivo para el levantamiento de la información gráfica predial en la investigación de campo. (SIGTIERRAS, 2012). Constituye la primera tarea a efectuarse, aquí se identificará, en gabinete y en campo, los predios afectados por las obras del proyecto. De manera específica, se realizará la identificación y el levantamiento de todos y cada uno de los predios que se afecten.

En términos generales el procedimiento consiste en:

- Campañas de difusión
- Actividades previas – Delimitación de polígonos o zonas de intervención
- Preparación de ortofoto u ortoimagen
- Codificación de predios
- Investigación predial con la ortofoto
 - o Levantamiento de linderos
 - o Delimitación de cobertura de la tierra
 - o Reconocimiento de construcciones existentes
 - o Representación y anotación de la información gps en el campo “croquis del predio y construcciones”
- Obtención de información geoespacial en formato de –Sistema de Información Geográfico- SIG
- Control de calidad

Considerando que la ortofoto constituye información de base que contribuye a la delimitación predial, metodológicamente la Universidad de Cuenca a través del PROMAS ha incorporado en su accionar la utilización de un sistema aéreo no tripulado, del inglés -Unmanned aerial system- UAS modelo Stardust II; provisto de un sistema eléctrico de ala fija diseñado para operaciones sobre los 4.000 metros sobre el nivel del mar, con plataforma estable, escalable y flexible de adquisición de imágenes multispectrales, termográficas y de rango visible. Navegación automática, enfocando el trabajo del operador en el uso de las cámaras y monitoreo de la operación. (IDETEC, 2013)

Como resultados se ha obtenido imágenes estables y con buenos índices de traslape. A continuación se describen las características más relevantes del equipo para captura de fotografía aérea.

Largo	Largo 156 cm
Envergadura	310 cm
Motor	Motor Brushless Eléctrico Orbit 15-18
Altitud de Operación	300-2000 ft AGL
Techo de Servicio	14000 ft
MTOW	3.7 Kg
Velocidad Crucero	65 Km/Hr
Velocidad Stall	28 Km/Hr
Max. Endurance	90 Minutes
Payload	- Visual Range Digital Camera – Panasonic Lumix TS5 - Multispectral NIR Digital Camera –Tetracam ADC Lite
Launch	Takeoff: Hand Launched
Recovery	Landing: Normal with SoftSkid
Navigation	Autonomous Navigation GPS+IMU Automatic Trigger at Waypoint / each X seconds
Data-Link Range	20 Km Line Of Sight

Tabla 1: Características del equipo de captura de fotografía aérea

Fuente: (IDETEC, 2013)

Elaboración PROMAS – Universidad de Cuenca 2014

Particularmente como experiencia generada en el Proyecto PACALORI, se trabajó a partir de Ortofotos generadas por el Instituto Geográfico Militar y SIGTIERRAS a escala 1: 5000, por motivos de mejorar la precisión a una escala 1: 1000 fue necesario la planificación y misión de un vuelo fotogramétrico con helicóptero en base a los siguientes parámetros:

Información general	
Altura de vuelo sobre el terreno (m)	750
Número de pasadas	163
Número de fotografías	26191
Parametrización de la cámara digital	
GSD (cm)	7
Recubrimiento longitudinal (%)	60
Recubrimiento transversal (%)	30

Tabla 2: parámetros para planificación del vuelo fotogramétrico

Fuente y Elaboración PROMAS – Universidad de Cuenca 2014

En sitios puntuales se planificó y se ejecutó también la misión de un vuelo fotogramétrico con Sistema aéreo no tripulado obteniendo los siguientes resultados:

RESULTADOS	Unidades	Cantidad
Número de Vuelos	unidad	3
Número de Pasadas	unidad	21
Número de fotos capturadas	unidad	1007
Tamaño de pixel (Ortofoto)	m	0.096
Tamaño de pixel (Modelo Digital de Superficie)	m	0.38
Altura del vuelo	m	400
Área cubierta	Km2	91.314
Error sin apoyo en campo	m	21.16
Error con apoyo en campo	m	0.23
Recubrimiento longitudinal (%)	%	60
Recubrimiento transversal (%)	%	60

Tabla 3: Características del equipo de captura de fotografía aérea
Fuente y Elaboración PROMAS – Universidad de Cuenca 2014

1.4. Metodología de valoración

Dado el carácter de estratégico de este Proyecto, cuya gestión le corresponde a SENAGUA, forma parte de los denominados sectores estratégicos, conforme consta en el artículo N° 111 de la COOTAD por ser parte de las obras para el manejo del Agua y es de prioridad su tratamiento y consideración; el tema central de los avalúos, por su propia naturaleza, constituye un asunto delicado y complejo que requiere de calidad y precisión en los valores resultantes que hay que realizarlo con la confianza y confidencialidad que el caso amerita.

A partir del concepto de que avalúo catastral es el procedimiento mediante el cual se establece el valor de inmuebles en función de su precio de mercado, localización y accesibilidad, uso, extensión y de otros elementos que contribuyen a la conformación del avalúo de la tierra y de los demás elementos valorizables que pudieren existir al interior de un lote, ciudad o circunscripción territorial determinada, y de la consideración de que el aspecto de mayor relevancia del diseño del sistema de avalúo catastral constituye sin duda la valoración predial, se ha desarrollado un modelo que permite simular e interpretar el fenómeno del avalúo, para lo cual se han establecido ciertos criterios o normas de discernimiento que facultan realizar una abstracción teórico-metodológica del contenido y proceso de la conformación de precios de los bienes inmuebles.

1.4.1. Principios técnicos y legales

La principal fuente que norma los procedimientos a observarse, emanan del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización-COOTAD,

expedida por la Presidencia de la República y publicado en el registro oficial N° 303 del 19 de octubre del 2010 y sus posteriores reglamentos.

Para la realización de los avalúos se han considerado los principios legales y técnicos exigidos para estas actividades; así se tiene que se han observado los siguientes lineamientos legales vigentes que se sintetizan a continuación:

- Respecto a los avalúos, de acuerdo al artículo N° 139 de la COOTAD, compete a los Gobiernos Autónomos Descentralizados-GADs. Municipales, la potestad de la formación y valoración de los predios urbanos y rústicos de su jurisdicción.
- En los artículos 495, 501 515 y 516 de “Avalúo de los Predios” se norma que los avalúos se los realizará, obligatoriamente, mediante la suma de los siguientes elementos:
 - ✓ EL valor del suelo, que es el precio unitario, determinado por comparación con precios unitarios de venta de inmuebles de similares condiciones, multiplicado por la superficie del mismo;
 - ✓ El Valor de las construcciones que, de haberlas, se hayan edificado sobre el mismo, con el carácter de permanentes y,
 - ✓ Se indica que el valor de reposición se determina aplicando un proceso que permite simular la construcción de la obra avaluada, a costos actualizados de construcción, depreciados de forma proporcional al tiempo de vida útil. La sumatoria constituye el valor intrínseco, propio o natural del inmueble y servirá de base para efectos tributarios y no tributarios.
- ✓ En los artículos 501, 515 y 516 se reglamenta la valoración de los predios urbanos y rurales respectivamente, así:
 - ✓ Los avalúos serán realizados mediante un procedimiento que incluya los elementos de valor del suelo, de las edificaciones y el valor de reposición antes indicado.
 - ✓ Con el propósito de valorar los predios, el Concejo Municipal aprobará, mediante ordenanza, el plano de valor del suelo, los factores de aumento o reducción del terreno y de las edificaciones.
 - ✓ Además, en el art. 515 se establece que “...los elementos que integran la propiedad rural son: tierra, edificios, maquinaria agrícola, ganado y otros semovientes, plantaciones agrícolas y forestales...”. Se indica que éstos últimos se consideran con fines impositivos, para lo cual incluso se establecen ciertas deducciones y exenciones que no son del caso enumerar.

Es importante recalcar que, para el cálculo y aplicación de los avalúos, se parte del principio de que los procedimientos implementados de valoración de un predio específico, debe constituir un conjunto de procesos técnicos-secuenciales verificables y precisos, y por lo tanto, repetitivos; donde a igual proceso, siempre se obtengan iguales resultados, tratando de eliminar, en medida de lo posible, las interpretaciones subjetivas y las influencias externas interesadas.

Los principales principios técnicos utilizados para el diseño y aplicación del modelo de avalúo catastral aplicados, son:

- El modelo de avalúo catastral a diseñarse constituye, en cuanto a su concepción técnica y a sus procedimientos operativos, en un sistema moderno y técnicamente concebido; lo que establece una diferencia significativa con los procedimientos tradicionales y empíricos que regularmente son utilizados en nuestro medio.
- Para el **modelo de avalúo de la tierra, se parte del principio del valor de mercado**, que es determinado a través de un proceso que permita cuantificar el monto que se equipare a las condiciones de la oferta y demanda de tierras, mediante la “medición” de las características extrínsecas e intrínsecas del lote, como son el costo de los servicios de infraestructura y equipamiento incorporados a la misma, al uso general del suelo, al valor de uso del suelo antes descrito, y otros criterios de ajuste, los cuales son aplicados a manera de coeficientes de corrección;
- La tierra es además avaluada a partir de la calidad de la misma a nivel de cada subparcela, es decir se aplica un valor diferenciado según sea la clase Agrológica determinada, según sean sus características y limitaciones para soportar cultivos y usos.
- Para las edificaciones, de acuerdo al principio de valor de reposición o actual, ajustado de acuerdo a la edad y al estado de conservación de cada bloque y, para cada tipología de edificación establecida para cada piso, así como al ajuste de las posibles determinaciones urbanísticas-territoriales como afecciones que podrían perjudicar a las edificaciones.
- Para la aplicación de los avalúos, se partirá del principio de que los procedimientos aplicados de avalúo de un predio específico debe constituir un conjunto de procesos técnicos-secuenciales verificables y precisos, y por lo tanto, repetitivos; donde a igual proceso, siempre se obtengan iguales resultados, tratando de eliminar, en medida de lo posible, las interpretaciones subjetivas y las influencias externas interesadas.
- Respecto a la concepción del avalúo catastral se considerará que deberán primar los principios básicos de **Generalidad y Equidad** para todos los poseedores de predios,
 - ✓ Por el **Principio de Generalidad** se considera que a todos los propietarios y predios intervenidos, se lo aplica un similar procedimiento de avalúo, sin establecer diferencias de ningún tipo,
 - ✓ Por el **Principio de Equidad** se considera que el avalúo dado a cada predio derive de consideraciones de justicia en cuanto se considere la condición particular de cada parcela en función de su uso actual, localización, tamaño. Ejemplo de lo citado es el este caso los lotes de vivienda implantados en las inmediaciones de la vía que, por su uso y tamaño, tiene un mayor valor unitario que otros de grandes extensiones, sin uso o implantados a una relativa distancia de la vía de acceso.

- ✓ Por el **Principio de Valor de Reposición** se entiende que el avalúo se lo realiza en términos prospectivos, por el cual se considera que se trata de establecer el valor actual de los elementos que conforman el inmueble, de manera que se simule su reposición futura, en condiciones –de valor-similares a la situación determinada actualmente. Remarcamos que este principio es de radical importancia para el tema central que nos preocupa, puesto constituye el fundamento de las indemnizaciones a efectuar.
- Complementariamente a los principios anteriores, regirá el criterio de su aplicabilidad, en el sentido de que los valores sean justos y equitativos, considerando las condiciones socio-económicas de los contribuyentes, para conseguir que éstas sean aceptadas por consenso de parte de la mayoría de la población.
- Sobre el uso y aplicación de la información, se considera que solamente los datos que constan en las fichas catastrales son los que sirven de base para establecer el avalúo de la tierra y de las edificaciones, propendiendo de este modo a “transparentar” el manejo de la información mediante la informatización de los procesos de cálculo. Con lo indicado se minimiza la posibilidad de errar o, en el peor de los casos, de manipular los datos que sirven para establecer el avalúo respectivo, tal como es posible realizar si no se estandariza la información sobre el inmueble.

1.4.2. Modelo de Avalúo

- Avalúo de la Tierra – Métodos.
 - ✓ Clasificación agrológica,
 - ✓ Valor de Mercado (oferta-demanda),
 - ✓ Valor de oportunidad.
- Criterios y Factores de Ajuste del V.U.B. de la tierra.
Realizado mediante principios y técnicas de catastro urbano y rústico, donde se trata de calcular los valores mediante criterios de ajuste de la tierra, que son:
 - ✓ Accesibilidad, estructura territorial e influencias del lote,
 - ✓ Destino económico que representa las condiciones y formas de uso/ocupación de la parcela,
 - ✓ Tamaño del lote, aplicado mediante factores de corrección específicos para cada rango de tamaño, conforme corresponda al lote en cuestión que es aplicado de manera complementaria con el criterio anterior; es decir cada tabla de destino económico tiene factores correspondientes a rangos de tamaño.
 - ✓ Relieve o topografía.
- Avalúo de las edificaciones e inmuebles – Método.
 - ✓ Valor actual depreciado
- Criterios y Factores de Ajuste del V.U.B. de las edificaciones:
Realizado asimismo mediante principios y técnicas de catastro urbano y rústico, para ajustar los valores mediante dos criterios de ajuste, que son:
 - ✓ Edad de las edificaciones,

- ✓ Estado de las mismas que son aplicados para cada piso de cada bloque existente en la parcela,
- Avalúo de las instalaciones Espaciales y Mejoras – Método.
 - ✓ Valor actual

Calculado mediante su valor unitario de cada elemento identificado, y pueden ser:

 - ✓ Pozos de agua,
 - ✓ Vías internas,
 - ✓ Tendales, y
 - ✓ Cerramientos.
- Valoración de los Cultivos y de la Cobertura Vegetal

La Valoración de la cobertura vegetal, se realiza en cada una de las parcelas, mediante una investigación de campo, donde se identifica cada elemento de vegetación que existe en la parcela:

 - ✓ Cultivos de ciclo corto,
 - ✓ Plantaciones y cultivos de mediano y largo ciclo
 - ✓ Pastos naturales y cultivados,
 - ✓ Cobertura vegetal y vegetación nativa, y
 - ✓ Arboles aislados maderables y no maderables.

1.4.3. Avalúo Catastral Individual

En el presente documento se describe únicamente los procedimientos desarrollados, sin entrar en el detalle de los valores en sí mismo.

- ✓ Determinación de criterios y factores de ajuste de la tierra y edificaciones.
- ✓ Desarrollo de los modelos teórico, matemático y criterios de cada factor de ajuste para cada destino económico.
- ✓ Desarrollo de Tablas de Avalúo, con asignación de valores de cada factor y rango de tamaño.
- ✓ Cálculo y determinación del avalúo de cada predio.
- ✓ Edición de los avalúos individuales, y
- ✓ Aprobación de avalúos PROMAS-ETAPA-SENAGUA

1.4.4. Expediente Catastral

Resultado Final y Expediente de Avalúo Catastral: los expedientes individuales, está constituido de los siguientes componentes:

- Síntesis del avalúo:
 - Informe de síntesis del avalúo.
- Anexos del avalúo:
 - Detalle del avalúo de la tierra,
 - Detalle del avalúo de las edificaciones y construcciones
 - Detalle del avalúo de las instalaciones y mejoras
 - Detalle del avalúo de la vegetación y cultivos, según exista:

- ❖ Cultivos de ciclo corto,
 - ❖ Cultivos perennes y plantaciones,
 - ❖ Pastos naturales y cultivados,
 - ❖ Cobertura vegetal y vegetación nativa, y
 - ❖ Árboles aislados maderables.
 - ❖ Producción piscícola (encaso exista).
- Ficha catastral del inmueble,
 - Plano catastral del predio,

1.5. Modelo de gestión y explotación de la geo información generada.

Una vez que se ha realizado el estudio del modelo de valoración a implementar según los estudios socio-económicos y demás consideraciones descritas en el numeral 1.4 de este documento, y que además se cuenta con toda la información cartográfica y alfanumérica respectiva, resultado del trabajo de deslinde predial, se entenderá que hasta este punto se ha determinado:

- las variables que intervienen para la obtención del valor unitario base de la tierra, con sus respectivos valores
- caracterización y peso de los factores de ajuste que modificarán el precio de la tierra, por ejemplo a cada rango de hectáreas un factor determinado
- las tipologías para las construcciones y edificaciones de la zona de estudio con sus respectivos valores de mercado,
- modelo de la ficha catastral
- precios de los cultivos con sus respectivas unidades de medida,
- precios de instalaciones especiales y mejoras con sus respectivas unidades
- información geoespacial con la delimitación de los predios,
- información geoespacial de cultivos de la zona,
- información geoespacial de clasificación agroecológica,
- información geoespacial de topografía del terreno,
- información geoespacial construcciones y edificaciones,
- información geoespacial de mejoras: vías internas y tendales.

Desde la unidad de sistemas y desarrollo informático del PROMAS se ha realizado la gestión de toda esta información, se la ha integrado en una base de datos con componente espacial (Postgis 9.3) utilizando diferentes herramientas descritas en la siguiente sección, y finalmente se ofrece al usuario final y tomadores de decisiones un software de gestión de información catastral, que se le ha denominado GEOCAT14 que tiene entre sus principales funcionalidades los módulos de:

Módulo de Ingreso y modificación de información: a través de este módulo se puede realizar el ingreso, modificación y mantenimiento en general de los datos básicos que intervienen en la gestión del catastro, además es posible asignar los factores a considerar durante el proceso del avalúo catastral.

- Identificación y localización de las parcelas, con la respectiva información sobre la tenencia de la tierra.
- Uso y ocupación de suelo, principales destinos económicos y clases agrológicas
- Infraestructura y servicios: Vías y accesos según tipo y jerarquía, tipos de suelo, topografía y servicios públicos.
- Maquinaria y semovientes
- Construcciones y Edificaciones con los respectivos elementos constructivos, materiales de construcción y tipologías
- Instalaciones especiales
- Cultivos y vegetación con clasificación de los cultivos por ciclos y especies respectivas
- Administración de responsabilidades: supervisores, empadronadores y fuentes de información.

Módulo de Administración: este módulo se ha diseñado para control de seguridad y acceso a la aplicación con la respectiva bitácora de cambios sobre las tablas de valoración; además de la configuración sobre las consideraciones para la determinación del área de afección de las parcelas.

Modulo Ficha Catastral: ingreso, modificación y búsqueda de ficha catastral y todos sus componentes.

Módulo de Valoración Individual y Colectiva: una vez que el sistema es alimentado con todas las tablas y factores respectivos que intervienen en el proceso de valoración, el sistema esta en la capacidad de realizar automáticamente el proceso de valoración individual y colectiva.

Módulo de reportes y análisis: a través de este módulo se obtienen los reportes respectivos, los mismos que pueden ser exportados a formato excel para un análisis más exhaustivo.

- Reporte de predios por área del predio, área de afección, por tipo
- Reporte de predios por destinos económicos.
- Reporte de predios por áreas y cultivos
- Reporte de predios por áreas por relieve del terreno
- Valor del avalúo de cada componente por predio.

1.5.1. Tecnología utilizada.

Con excepción del software Arcgis⁵ versión 10.1, todas las herramientas de software tanto de pre procesamiento de información como herramientas de programación que se han utilizado son de código abierto (OpenSource)

⁵ Herramienta comercia de ESRI www.esri.com

En gran parte del pre procesamiento de información espacial y su integración, previa a la carga en la base de datos de gestión catastral; se ha utilizado la GeoKettle⁶, “una herramienta de software muy potente que tiene capacidad de tratamiento de datos espaciales, dedicada a la integración de diversos orígenes de datos para la construcción y actualización de bases de datos espaciales”. (OSGeoLive,2014)

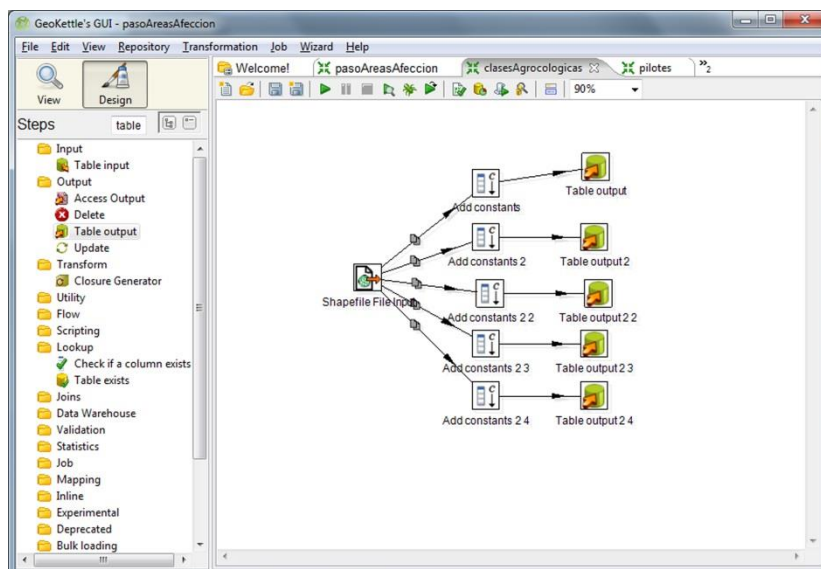


Figura 1: Proceso de extracción, transformación y carga de Clases Agrologicas.

Para la construcción de la toda la plataforma informática para la puesta en funcionamiento del software de gestión catastral GEOCAT14, se trabajó con las herramientas descritas a continuación sin entrar en mayor detalle sobre su funcionalidad en el presente documento, si el lector requiere ampliar información acerca de su funcionalidad, se hace la referencia correspondiente .

- Servidor de Mapas: Geoserver⁷ 2.4.4. Permite alojar información geoespacial en el servidor, para que los usuarios puedan visualizar la cartografía desde un navegador.
- Entorno de desarrollo (IDE): Netbeans⁸ 7.4.
- Lenguaje de Programación: Java⁹ EE 6
- Gestor de Base de Datos: PostgreSQL¹⁰ 9.3
- Gestor de Base de Datos Espacial: PostGis¹¹ 9.3
- Asistente de persistencia: JPA 2.0
- Motor de Persistencia: Hibernate 4.2.6
- Gestor de Librerías: Maven
- Control de Versiones: Visual SVN
- Framework de desarrollo: JSF – Primefaces 4.0

⁶ live.osgeo.org/es/overview/geokettle

⁷ <http://geoserver.org/>

⁸ <https://netbeans.org/>

⁹ <https://www.java.net/>

¹⁰ <http://www.postgresql.org.es/>

¹¹ <http://postgis.net/>

- Visor de Mapas: Openlayers 2.13
- Librería de Geoproceso: Jsts
- Plataforma de Despliegue: GlassFish 4.0

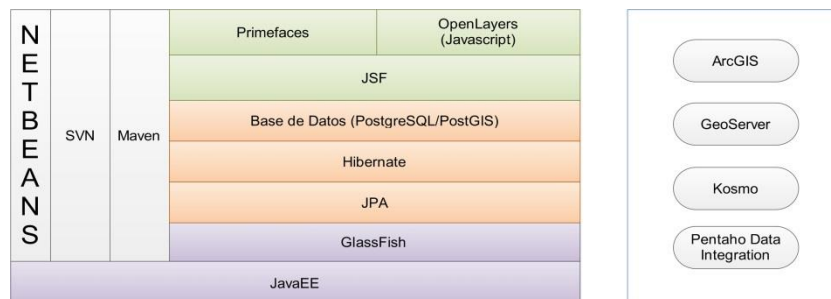


Figura 2. Arquitectura del software de gestión catastral

1.5.2. Metodología

Tomando como base la información catastral y con herramientas de geo procesamiento se ha generado e ingresado toda la información con componente espacial directamente en la base de datos, de tal forma que estos datos se reflejen automáticamente en la ficha catastral reduciendo considerablemente los tiempos de digitación e datos en la ficha catastral.

Desde el punto de vista de la ingeniería de software se ha trabajado con la metodología en cascada y de prototipos, de tal forma que las tareas de análisis, diseño, desarrollo e implementación y pruebas, se las ha ido desarrollando en un proceso interactivo y con la retroalimentación respectiva tanto de los técnicos responsables del deslinde predial, levantamiento de la información alfanumérica en campo, y de los coordinadores y director del proyecto PACALORI.

1.5.3. Software de gestión catastral

Para la gestión de la información generada en el proceso de evaluación de costos para la indemnización de parcelas afectadas por la construcción de las presas Mangas Saibas dentro del proyecto PACALORI, se ha obtenido el software GEOCAT14, el mismo que ha sido desarrollado íntegramente por personal del PROMAS de la Universidad de Cuenca, según se ha descrito en las secciones anteriores; a continuación se presentan algunas muestras de interfaz de la aplicación.



Figura 3: Vista de una interfaz del software de gestión catastral GEOCAT14.

Con el software GEOCAT14, a más de mantener la información actualizada, constituye un software de soporte de decisiones ya que ha sido parametrizado, por ejemplo para la determinar el área de afección, tema muy importante a la hora de hacer los cálculos sobre una área determina a indemnizar, en este proyecto se ha considerado como área afectada: la zona inundada, la islas resultantes de esta zona de inundación, una distancia de 50 metros alrededor de la zona inundada como bosque protector; si luego de ejecutar los procesos de valoración u por otros factores externos estas variables cambiasen, el software automáticamente ajusta los cálculos de acuerdo a los nuevos criterios.

4. APORTES Y CONCLUSIONES.

Con el uso de herramientas de geoprocésamiento aplicados sobre la información catastral e información temática fue posible generar nueva información a nivel de sub-parcela que al ser ingresada a la base de datos, automáticamente se ve reflejada en la ficha catastral de cada predio; con estos procedimientos de apoyo de las -tecnologías de la información y comunicación- TICs es posible reducir tiempos de ingresos de información y sobre todo se anula la subjetividad en el ingreso de la información y se eliminan posibles errores de digitación.

Respecto al uso de tecnologías para levantamiento catastral, para el trabajo en el proyecto PACALORI, ha sido posible contar con ortofoto a escala 1:1000, lo cual permite una precisión importante sobre toda la información geoespacial generada a partir de las mismas. La realidad de los diferentes proyectos en el Ecuador posiblemente es que no cuentan con información a este nivel de detalle; sin embargo, la alternativa planteada, y evaluada por PROMAS en la misma zona de estudio del proyecto PACALORI, es el uso de los -vehículos aéreos no tripulados- UVA, a través de los cuales se puede obtener alta precisión a costos relativamente accesibles.

La importancia de contar con un software GEOCAT14, diseñado e implementado a la medida de los requerimientos que permite realizar tareas automatizadas se traduce en reducción de recursos; además da transparencia, precisión y confiabilidad de los procesos, constituyendo además un sistema de apoyo en la toma de decisiones. El uso de herramientas de código abierto y el equipo de desarrollo que labora en la Universidad de Cuenca, hace posible que el mismo software pueda ser ampliado en su funcionalidad y utilizado para los fines de gestión de los GADs del país.

Otro de los factores importantes, según la experiencia del PROMAS, en la actualización de catastro con diversos fines, es el enfoque de las diferentes tareas con visión de un modelo integral, que ha sido posible gracias al trabajo inter disciplinario entre los profesionales, que si bien pertenecen a departamentos con investigación especializada, pueden ejecutar sus tareas conjuntamente en un plataforma e infraestructura de un centro de investigación y extensión como el PROMAS.

5. BIBLIOGRAFIA.

- COOTAD- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (2010), Presidencia de la República, Registro Oficial N° 303, 19 de octubre de 2010
- IDETEC. (2013). *Manual de operaciones y mantenimiento sUAS Stardust R13*. Santiago de Chile.
- SIGTIERRAS. (2012). Instructivo para el levantamiento de la información gráfica predial en la investigación de campo. Quito.
- Organización de Estados Americanos. (2010). Uso de la Tecnología SIG en el Catastro.
- LANDÍVAR HEREDIA Fernando –CARTOSIG, (2003) RED INTERMUNICIPAL DE LA CUENCA DEL RIO JUBONES / Diseño e Implementación del Sistema de Catastro Rústico los Cantones de la Cuenca del Río Jubones
- MUNICIPALIDAD DE CAMILO PONCE ENRÍQUEZ, LANDIVAR HEREDIA Fernando, (2003). Diseño y aplicación del Sistema de Catastro Urbano para las Ciudades de Camilo Ponce y Shumiral, Cuenca.
- MUNICIPALIDAD DE GUALAQUIZA, LANDIVAR HEREDIA Fernando, (2003) Diseño y aplicación del Sistema de Catastro Urbano para la Ciudad de Gualaquiza, Cuenca.
- ORSTON-PRONAREG, (2002) Almanaque Electrónico Ecuatoriano, formato digital, Quito.

Sitios web:

<https://maps.google.com/>
<https://earth.google.es/>
www.openstreetmap.org/
www.sigtierras.gob.ec/
www.esri.com
<http://live.osgeo.org>